**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Tomate seco obtido por energia solar e convencional a partir de mini-
tomates congelados**

Egly Sturion Alessi

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências: Área de concentração: Ciência e
Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2010**

Egly Sturion Alessi
Engenheiro Agrônomo

Tomate seco obtido por energia solar e convencional a partir de mini-tomates congelados

Orientadora:
Prof^a. Dra. **MARTA HELENA FILLET SPOTO**

Dissertação ou Tese apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências:. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2010**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Alessi, Egly Sturion

Tomate seco obtido por energia solar e convencional a partir de mini-tomates congelados /
Egly Sturion Alessi. - - Piracicaba, 2010.

72 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

Bibliografia.

1. Congelamento 2. Desidratação de alimentos 3. Secadores 4. Tomate I. Título

CDD 664.805642
A372t

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

*Ao meus pais José Carlos e Elizabeth
pela paciência*

A minha tia Cloris pelo apoio e incentivo

A minha Irma Rafaela e meu cunhado

Gustavo pela amizade

*E as minhas estrelas, Bruno, Pietra e
Giulia, por iluminarem minha vida*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dra. Marta Helena Fillet Spoto, pela orientação, amizade e confiança.

À Prof^a. Dra. Gilma Lucazechi Sturion pela amizade e pelo incentivo.

Ao Dr. Leandro Carmo pela amizade, paciência, confiança, incentivo, pelo resgate nas horas que precisei e pela correção da dissertação.

À Dra Erika Maria Roel Gutierrez , à Prof^a Solange Guidolin Canniatti Brazaca, à Prof^a Dra Marta Regina Verruma Bernardi e à Dra Priscila Brigidi, pela correção da dissertação.

Ao senhor Luis Milder pelo fornecimento da matéria-prima para realização desse trabalho.

Às doutorandas Paula P. da Silva e Vanessa Groppo Ortiz, por toda ajuda, amizade, paciência e por não me baterem durante meu mestrado.

Ao mestrando Guilherme Mei Silva, pela amizade, por não me bater durante o mestrado pela paciência e por sempre assumir que estava errado.

Às mestrandas Juliana Moreno Trigo, Evanilda Teresinha Pressionato Prospero e Márcia Goldshimidt, pela ajuda e companheirismo.

À todo o grupo GEFH (grupo de estudos e extensão de frutas e hortaliças), Rafaela, Juliana, Lisiane, Renata, Fernanda, Thassia, Willian (Kiku), Lucas (Jupiá), Lucas (Nativônico), foram todos perfeitos.

Às funcionárias da secretaria do Departamento Agroindústria Alimentos e Nutrição: Maria Amábile S. Vendmiatti, Gislaine M.M. Nóbilo, Regina C.C. Marafon e Márcia R.S. Bertarelli qu sempr me auxiliaram no andamento do meu projeto.

À bibliotecária Sílvia Maria Zinsly pela simpatia, bom humor e auxílio nas pesquisas bibliográficas e pela correção do trabalho.

Ao meu Pai José Carlos, pela amizade, paciência e por todo apoio em tudo que envolveu essa dissertação.

À minha mãe Elizabeth, pelo intenso estímulo e força em todos os momentos da minha vida.

Às Minhas tias Clóris e Leny por estarem sempre me apoiando e motivando.

À minha irmã Rafaela pelo carinho e amizade.

Ao meu cunhado Gustavo pela amizade.

Ao meu Filho Bruno e minhas Sobrinhas Pietra e Giulia por darem todo o sentido na minha vida.

Às amigas Vera Simões, Melissa Tacla, Patrícia Gallo (Dangola) e Simone Prado (Koka) e ao Amigo Elton Zotelli (Pulvilho), pela força, carinho e apoio e por nunca terem me abandonado apesar da distância e do tempo.

Aos moradores e ex moradores das repúblicas Covil e Disbwm, pela amizade, companheirismo de muitos anos e incentivo durante o mestrado.

À todos que acreditaram e a todos que não acreditaram.

Obrigada, obrigada, obrigada. A Deus, ao cosmos, aos anjos, a vocês meus amigos... por fazerem de mim mais feliz...

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 O Tomateiro	21
2.1.1 Aspectos Econômicos	21
2.1.2 Aspectos Botânicos e Agronômicos	22
2.1.3 Tomate Tipo Cereja	22
2.1.4 Tomate Sweet Grape.....	23
2.1.5 Composição do Tomate.....	24
2.2 Secagem.....	24
2.2.1 Atividade de Água	25
2.3 Desidratação	26
2.3.1 Secagem Solar.....	29
2.4. Legislação Sanitária.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Preparação dos tomates para a desidratação e secagem.....	33
3.2 3.2 Colheita e Transporte e Recepção.....	35
3.3 Lavagem e Sanitização.....	35
3.4 Preparo dos tomates secos.	36
3.5 Desidratador	37
3.6 Secador solar.....	38
3.7 Envase e Acondicionamento.....	40
3.8 Análises Microbiológicas.....	42
3.9 Análises Físico-Químicas.....	42
3.9.1 Cor	42
3.9.2 pH.....	43
3.9.3 Teor de Sólidos Solúveis	43
3.10 Composição centesimal.....	44
3.10.1 Umidade.....	44
3.10.2 Proteína Bruta	44
3.10.3 Lipídios.....	44
3.10.4 Fração Cinzas	45
3.10.5 Fibras	45
3.10.6 Carboidratos.....	45
3.11 Análise Sensorial.....	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4.1 Tempo de Processo e Rendimento	49
4.2 Análises Microbiológicas.....	50
4.3 Análises físico-químicas.....	51
4.3.1 Cor	51
4.3.2 pH, Teor de Sólidos Solúveis, Acidez Titulável e Ratio.....	55
4.3.3 Atividade de Água (a_w)	56
4.3.4 Composição Centesimal	57

4.3.5 Características Físico-Químicas e Sensoriais dos Tomates Secos e Desidratados Comparando-se Tratamentos e Períodos de Armazenamento	59
4.4 Análise Sensorial.....	61
5 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Umidade (%) perdida dos tomates sweet grape em relação ao tempo de desidratação.....	49
Tabela 2 – Resultados obtidos para umidade dos diferentes tratamentos e tomate <i>in natura</i>	50
Tabela 3 - Valores de F na análise de Variância de tomates desidratados e secos no secador solar e do tomate <i>in natura</i>	51
Tabela 4 - Médias da coloração de tomates desidratados e secos no secador solar e do tomate <i>in natura</i>	53
Tabela 5 - Médias de pH, TSS (°Brix), AT (%) e ratio de tomates desidratados e secos no secador solar e do tomate <i>in natura</i>	55
Tabela 6 - Médias de Atividade de água de tomates secos no secador solar.....	57
Tabela 7 - Composição centesimal do tomate seco convencionalmente e <i>in natura</i>	58
Tabela 8 - Valores de F da análise de variância de tomates desidratados e secos no secador solar, armazenados em diferentes períodos.....	60
Tabela 9 - Médias das características físico-químicas e umidade, de tomates desidratados e secos no secador solar, armazenados em diferentes períodos.....	60
Tabela 10 - Médias de atributos sensoriais de tomates desidratados e secos no secador solar.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma do processo de desidratação de tomates cereja Sweet Grape. .	34
Figura 2 - Sanitização com Dicloroisocianurato de sódio	36
Figura 3 - Desidratador adiabático elétrico	38
Figura 4 - Secador solar de madeira vista frontal	39
Figura 5 - Secagem tomates em secador solar de madeira	39
Figura 6 – Tomates secando em secador solar de madeira	40
Figura 7 – Esterilização dos vidros	41
Figura 8 - Pasteurização dos tomates após acondicionados em vidros	41
Figura 9 – Retirada dos vidros da pasteurização e resfriamento.....	42
Figura 10 - Ficha de teste hedônico de tomate seco e desidratado	47
Figura 11 - Valores de a^* , b^* , hue e croma no Sistema Hunter Lab Croma Meter	52
Figura 12 - Valor de L no Sistema Hunter Lab Croma Meter.....	52
Figura 13 - Tomate Sweet Grape <i>in natura</i>	54
Figura 14 - Diferença nas colorações dos tomates desidratados em secador solar (esquerda) e secos em secador convencional (direita)	54

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1:	26
Equação 2:	26
Equação 3:	36
Equação 4:	37
Equação 5:	43
Equação 6:	43
Equação 7:	45

RESUMO

Tomate seco obtido por energia solar e convencional a partir de mini-tomates congelados

O tomate constitui-se uma das hortaliças mais exploradas cientificamente, devido à sua importância comercial. O tomate pode, através de processamento adequado, dar origem a inúmeros produtos, alguns deles de elevado consumo no Brasil. Depois da boa aceitação do tomate cereja pelo consumidor, um novo segmento de mini-tomate, chamado Grape, começa a despontar nos mercados brasileiros. O destaque é o híbrido Sweet Grape, que está agradando ao gosto do consumidor e animando agricultores que aderiram às experiências com a nova cultivar. Seu teor de sólidos solúveis chega a 10 °Brix e tem menos acidez, comparado a outras variedades, as quais contêm entre 4 e 5 °Brix. Nesse trabalho foi avaliado o processo produtivo do tomate seco, a partir de mini-tomates sweet grape, congelados desidratados em secador solar e convencional, visando obter um alimento seguro do ponto de vista microbiológico, físico-química, instrumental cor e aceitabilidade) Os tomates cereja tipo Sweet Grape, foram secos até teores de umidade entre 35% e 0%, e observadas suas mudanças em relação aos tomates *in natura*, e seu comportamento nos períodos de armazenamento após processados de 0, 30, 60 e 90 dias, verificando assim a sua estabilidade. Foi ainda caracterizado o fruto *in natura* e submetido a um pré-congelamento para uma previa perda de água facilitando a secagem. A avaliação da qualidade do produto foi realizada através das análises microbiológicas, físico-químicas, composição centesimal e sensorial. Houve diferença significativa entre os secadores, elétrico e solar, para todos os parâmetros analisados, porém não houve alteração significativa para o período de armazenamento. Em relação à avaliação sensorial, o tomate seco ao sol obteve melhor aceitação entre os provadores

Palavras-chaves: Sweet grape; Desidratação; Secador solar; Tomate seco; Congelamento

ABSTRACT

Dried tomatoes produced by solar and conventional energy from mini-tomatoes frozen

The tomato is one of the vegetables are more scientifically investigated, due to its commercial importance. The tomato can, through appropriate processing, giving rise to numerous products, some of high consumption in Brazil. After the good acceptance by consumers of cherry tomatoes, a new segment of mini-tomato, called Grape, begins to emerge in the Brazilian markets. The highlight is the hybrid Sweet Grape, which is pleasing to the taste of consumers and encouraging farmers adhered to experiment with new cultivars. Your soluble solids content reaches 10 ° Brix and has less acidity compared to other varieties, which contain between 4 and 5 ° Brix. In this study we evaluated the production process of dried tomato, from mini-sweet grape tomatoes, frozen and dehydrated in conventional solar dryer was used to obtain a food safe from microbiological point of view,. physico-chemical, instrumental color and acceptability) Cherry Tomatoes Sweet Grape type, have been dried to moisture contents between 35% and 50%, and observed their changes for tomatoes in nature, and their behavior during periods of storage after processed 0, 30, 60 and 90 days, thus confirming its stability. It was further characterized the fresh fruit and undergo a pre-freeze to a predicted loss of water facilitating drying. Assessing the quality of the product was carried out by microbiological, physicochemical, chemical composition and sensory. There were significant differences between the dryers, electric and solar, for all parameters analyzed, but no significant change for the period of storage. Regarding the sensory evaluation, the sun-dried tomatoes the best won acceptance among judges

Keywords: Sweet grape; Dehydration; Solar dryer; Dried tomatoes; Freezing

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo (FAO, 2009). Das 122.515.706 t. de produção mundial de tomate em 2005, 3.303.530 t. foram produzidas pelo Brasil, colocando-o como nono produtor mundial. O volume comercializado na CEAGESP (SP) neste mesmo ano foi de 262.663 t., com preço médio de R\$ 1,26/kg baseado no volume comercializado na CEAGESP (AgraFNP, 2007). Mesmo assim, **poucos esforços** têm sido feitos para garantir a qualidade pós-colheita, logo, grande parte da produção é perdida. Isto tem levado os pesquisadores à procura de técnicas que possam reduzir as perdas que ocorrem na conservação do produto *in natura*, derivando os excedentes de maneira a agregar valor ao produto.(BUAINAIN, 2006).

O tomate constitui-se uma das hortaliças mais exploradas cientificamente, devido à sua importância comercial, alta susceptibilidade a pragas e doenças e vida pós-colheita curta, dada a fragilidade dos seus tecidos e a sua atividade metabólica (VIEITES, 1998).

Nos países desenvolvidos, em vista de suas condições, tais características são mais nítidas, à medida que há lugar para consumidores mais exigentes em relação à qualidade do produto, o que faz com que haja procedimentos diferenciados na sua comercialização. Desse modo, a eles interessam estudos que contribuam para o prolongamento da vida útil daquelas cultivares mais valorizadas em termos de qualidade total. Atualmente, nas condições brasileiras, o tomate é produzido ao longo do ano todo, e inúmeras são as cultivares que atendem às mais diferentes demandas, desde as industriais até as de mesa. Porém, todas apresentam uma característica comum, no que se refere à comercialização, uma vez que, normalmente não se recorre a quase nenhum beneficiamento para aumentar a vida útil, especialmente no caso de tomates para consumo *in natura*. O tomate ocupa um lugar proeminente entre as hortaliças cultivadas, no que se refere ao consumo *in natura* e, principalmente, industrializado, sendo então considerada aquela de produção e utilização universais (SANINO, 2004).

Dentre as cultivares de tomate, tem sido crescente a demanda pelo tipo cereja,

mini-tomate de grande aceitação pelo consumidor. Tal variedade tem despertado grande interesse aos agricultores devido aos valores compensadores (TRANI et al., 2003). Para o grupo do tomate cereja, que apresenta frutos pequenos por natureza, a preocupação com o tamanho do fruto passa a ser menos relevante para a sua valorização no mercado, já que o grande diferencial desse produto é justamente seu pequeno tamanho (HOLCMAN, 2009).

O tomate pode, através de processamento adequado, dar origem a inúmeros produtos, alguns deles de elevado consumo no Brasil. Assim pode-se obter, do tomate inteiro, o tomate despelado. Do cortado ou triturado em diversos graus de intensidade, o tomate seco, suco, purê, polpa concentrada, extrato, catchup (ou ketchup, ou catsup), molhos culinários diversos, inclusive tomate em pó. Com a abertura para importação nas décadas de 80 e 90, o tomate seco destacou-se com grande aceitação do consumidor brasileiro e, desde então, o interesse por este produto tem aumentado gradativamente. O tomate seco é originário da Itália e tem boa aceitação entre os consumidores brasileiros, sendo bastante utilizado em pizzarias, lanchonetes e em antepastos (Serviço Brasileiro de Resposta Técnica, 2006). Presente no mercado nacional, oriundo de outros países, particularmente Espanha e Itália, possui algumas recentes produções brasileiras a nível doméstico. No entanto, em termos de pesquisa, não se encontram disponíveis recomendações ou orientações sobre os parâmetros adequados do processo. Por exemplo, não se conhece o tipo de variedade mais recomendada, a temperatura adequada de secagem, o tipo de corte indicado para o fruto, o teor de umidade final, entre outros importantes aspectos (CAMARGO, 2000).

A desidratação é um dos métodos mais antigos de preservação de frutas e, de modo geral, é realizada por um processo que utiliza energia térmica para remover parte ou quase a totalidade da água das frutas (TRAVAGLINI et al., 2002). Desidratação é a remoção de líquidos de um material sólido, na forma de vapor, numa temperatura menor que a de ebulição (OKADA et al., 2002).

A redução das perdas pós-colheita e a má-distribuição de alimentos são os maiores desafios, pelos quais passa o homem num mundo globalizado (MORETTI, 1998). Considerando que o tomate é altamente perecível, a elaboração de produto desidratado (tomate seco) apresenta-se como uma alternativa para o aproveitamento

do excedente da produção e comercialização *in natura*, além de estar disponibilizando ao consumidor um produto sensorialmente diferenciado e que, por ser menos perecível, pode ser comercializado em qualquer período do ano (NACHTIGALL et al., 2000).

Durante a secagem de qualquer alimento, incluindo o tomate, atenção deve ser dada para a manutenção da qualidade do produto, como o sabor, a textura, o valor nutritivo e, em especial, para a cor, que é a característica de maior apelo ao consumidor (ROMERO- PEÑA; KIECKBUSCH, 2003).

Uma nova forma de desidratação de frutas e hortaliças que é inovadora é a desidratação solar, um método novo e ainda não explorado para estudos, e uma literatura pobre para que garanta o parâmetro microbiológico. A preocupação com a qualidade dos produtos que vão à mesa do brasileiro tem aumentado de modo considerável nos últimos anos, já que a exigência dos consumidores internos quanto ao padrão é cada vez maior. Conseqüentemente, tem crescido o interesse por pesquisas desenvolvidas nessa área, nos laboratórios de universidades brasileiras ou empresas.(FAVA, 2004).

Esse é um processo alternativo e de baixo custo para implementação na agricultura familiar. É um processo de beneficiamento que agrega valor à produção, e a energia utilizada é renovável e gratuita (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006).

Com criações de sistemas de qualidade nas cadeias agroindustriais, é importante analisar todos os aspectos do fruto, físicos, químicos, microbiológicos, nutricionais e sensoriais, antes de colocar o produto no mercado, sendo ele *in natura* ou processado (MILAN et al., 2007).

Atualmente não se encontram disponíveis na bibliografia, recomendações e orientações sobre os parâmetros adequados do processo de desidratação de mini-tomates, além disso, o tomate cereja Sweet Grape, é uma variedade nova e pouco estudada.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o processo produtivo do tomate seco, a partir de mini-tomates congelados, desidratados em secador solar e convencional, visando obter um alimento padronizado sensorialmente e nutricionalmente seguro do ponto de vista microbiológico. Comparando amostras

desidratadas por secador solar e adiabático tradicional, verificando as qualidades físico-químicas, instrumental cor e aceitabilidade do produto tomate seco..

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Tomateiro

O tomateiro é originário da América do Sul, mais especificamente de região localizada entre o Equador e o norte do Chile, onde podem ser encontradas muitas espécies desde o litoral do Pacífico até uma altitude de 2000 metros na região dos Andes. É, portanto, uma planta de clima tropical de altitude que se adapta a quase todos os tipos de climas, não tolerando, porém, temperaturas extremas. Por isso podem-se ver plantios de tomate em todas as partes do mundo (LOPES; STRIPARI, 1998).

Aparentemente, sua domesticação ocorreu no México, por tribos indígenas primitivas que lá habitavam e de lá foi levado para outras partes do mundo por viajantes europeus na primeira metade do século XVI. Tudo indica que o tomateiro foi introduzido no Brasil por imigrantes europeus no fim do século XIX, mas a difusão e o incremento do consumo começaram a ocorrer apenas depois da primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (ALVARENGA, 2004).

As espécies silvestres contribuíram sobremaneira para o desenvolvimento de cultivares mais resistentes a pragas e doenças. Da espécie andina, silvestre, - *Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*, que produz frutos tipo “cereja”, originou-se a espécie cosmopolita – *L. esculentum* Mill (FILGUEIRA, 2000).

2.1.1 Aspectos Econômicos

O tomate é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, sendo superado apenas pela batata. Os dez maiores países produtores de tomate são, em ordem decrescente, China, EUA, Turquia, Índia, Egito, Itália, Irã, Espanha, Brasil e México. Em 2007, a produção mundial de tomate foi em torno de 130 milhões de toneladas provenientes de 4,64 milhões de hectares, e tem crescido rapidamente na última década em área e produtividade (FAO, 2009).

Os maiores exportadores de tomates frescos do mundo são a Holanda, México e Espanha, que contabilizam 65% do volume total exportado. Os Estados Unidos, apesar

de ser o segundo maior produtor, é o maior importador de tomate fresco, recebendo 25% do volume produzido (CUNNIGHAM, 2004).

Em 2008, o Brasil produziu um total de 3,87 milhões de toneladas numa área de 61 mil ha, se tornando o nono maior produtor mundial. O maior produtor é o Estado de Goiás, seguido pelo Estado de São Paulo, que tem uma área de 11.234 ha, com 770.804 toneladas, representando 20% da produção nacional em 2008 (IBGE, 2009).

2.1.2 Aspectos Botânicos e Agronômicos

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill = *Solanum lycopersicum*) é uma planta dicotiledônea, pertencente à família Solanaceae. A grande variabilidade existente no gênero *Lycopersicon* tem possibilitado o desenvolvimento de cultivares para atender as mais diversas demandas do mercado de tomate para processamento e consumo *in natura* (GIORDANO; RIBEIRO, 2000).

O tomateiro é uma planta perene, de porte arbustivo, sendo cultivada anualmente. A planta pode desenvolver-se de forma rasteira, semi-ereta ou ereta. As plantas se desenvolvem bem em amplo espectro de latitude, tipos de solo, temperaturas e métodos de cultivo. Temperaturas abaixo de 10°C e acima de 34°C, iluminação diurna inferior a 12 horas, drenagem deficiente e excesso de nitrogênio provocam sérios prejuízos à cultura (ALVARENGA, 2004).

2.1.3 Tomate Tipo Cereja

Desde a sua domesticação no México, até sua aceitação e cultivo na Europa e Estados Unidos em meados do século XIX, o tomateiro vem sendo submetido a seleções, com conseqüente melhoria na qualidade dos frutos. Após sua introdução no Brasil, supostamente pela imigração européia, iniciaram-se também as atividades de melhoramento genético (NAGAI, 1989).

Dentre os vários tipos de tomate, o tomate tipo cereja pertence a um novo grupo de cultivares para mesa, tendo recentemente crescido em importância nos mercados das grandes cidades (final da década de 90). Talvez a melhor denominação para esse grupo fosse mini-tomate, pois existe uma gama de materiais que fogem ao padrão do chamado tomate-cereja, seja pela forma, que pode ser redonda, piriforme ou ovalada,

seja pela coloração, que vai do amarelo até o vermelho, passando pelo laranja, seja pelo tamanho, por apresentar frutos de 5 a 30g de peso. Na maioria das vezes, apresentam frutos biloculares e suas pencas podem apresentar de 6 a 18 ou mais frutos (ALVARENGA, 2004).

O tomate do tipo cereja é considerado como uma hortaliça exótica, incorporada em cardápios de restaurantes por serem pequenos e delicados, trazendo novos sabores e enfeites aos pratos e aperitivos, com vantagem de ter tamanho reduzido evitando desperdício (MACHADO et al., 2003).

2.1.4 Tomate Sweet Grape

Depois da boa aceitação do tomate cereja pelo consumidor, um novo segmento de mini-tomate, chamado Grape, começa a despontar nos mercados brasileiros. O destaque é o híbrido Sweet Grape, que está agradando ao gosto do consumidor e animando agricultores que aderiram às experiências com a nova cultivar. Seu teor de sólidos solúveis chega a 10 °Brix e tem menos acidez, comparado a outras variedades, as quais contem entre 4 e 5 °Brix (O Estado de São Paulo, 2007).

O Sweet Grape é um híbrido tipo cereja, de crescimento indeterminado, com frutos no formato oblongo, peso médio de 10 a 20 gramas, cor vermelho intenso, de excelente qualidade em sabor e teor de sólidos solúveis elevado; os frutos contêm poucas calorias são ricos em vitaminas A e C, folato (ácido fólico), potássio e licopeno (antioxidante); podem ser consumidos em saladas de folhas verdes, com legumes ou até mesmo em pratos mais elaborados onde realça o sabor. Esse híbrido apresenta alto nível de resistência à murcha do fusário raça 1 (*Fusarium oxysporum* f.sp. *Lycopersici*), vírus do mosaico do tomateiro-estirpe 1 (ToMV), mancha de estenfílio (*Stemphylium solani*) e *Cladosporium fulvu* (Cf) (HOLCMAN, 2009).

O preço do produto é diferenciado desde o plantio, uma saca com 500 sementes do tomate cereja custa R\$ 350; a adubação é feita com composto orgânico e fertirrigação convencional; já o manejo é exigente em mão-de-obra; um pacote de 300 gramas de tomate cereja é vendido nos supermercados na faixa de R\$ 2,50 a R\$ 2,70, enquanto um quilo de tomate convencional custa, em média, R\$ 0,80 (DiárioWeb, 2010).

2.1.5 Composição do Tomate

A composição do tomate varia conforme a cultivar, as condições de cultivo, ambientais e nutricionais da planta, o fruto fresco apresenta baixo poder calórico, baixo teor de massa seca e altos índices de cálcio e vitamina C (ALVARENGA et al., 2004). Quanto à quantidade de sólidos solúveis, há maior acúmulo no final da fase de maturação, sendo constituído por 65% de açúcares (ALVARENGA et al., 2004).

A acidez total titulável (ATT) no tomate atinge o máximo nos primeiros sinais de coloração amarela, e reduz progressivamente com o avanço da maturação (HOBSON, 1993). Os principais ácidos orgânicos encontrados são o cítrico, o málico e o glutâmico, representando a maioria da ATT do fruto (SAPERS et al., 1878; PICHA, 1987). Entre estes, o mais abundante é o ácido cítrico, que corresponde a, aproximadamente, 90% do total da acidez (SIMANDLE et al., 1966).

O pH, tal como a ATT e os sólidos solúveis totais (SST) sofre influência de fatores como a cultivar (LOWER; THOMPSON, 1996), a época da colheita (AL-SHAIBANI; GREIG, 1979) e o estágio de maturação (HANNA, 1961). O pH próximo da neutralidade após a formação do fruto sofre uma redução durante o crescimento até o estágio verde-maduro, aumentando ligeiramente durante o amadurecimento (AL-SHAIBANI; GREIG, 1979).

As condições climáticas, representadas pela temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa, também exercem forte influência sobre as características qualitativas dos frutos de forma geral (FERREIRA et al., 2006). Os níveis de açúcares dependem do acúmulo de radiação solar incidente. Winsor (1979) observou que os teores de açúcares foram altos no período mais intenso do verão correspondente ao máximo de radiação solar.

2.2 Secagem

A secagem de frutos para o consumo surgiu na Europa, durante o Império Romano. Eles são submetidos a processos de secagem natural, exposição ao sol ou artificial, câmaras de ar, vapor ou estufas e mesmo assim não perdem suas

propriedades nutricionais (SBRT, 2005).

As vantagens do processo de secagem são inúmeras, dentre elas pode-se destacar manutenção mais eficiente das características originais do produto, redução de seu peso e um preço relativamente compensatório, devido à perda de água. A umidade é um fator fundamental ao crescimento e desenvolvimento dos microrganismos. Dessa forma, ao diminuir significativamente o seu conteúdo, se estará criando condições desfavoráveis para o desempenho das atividades metabólicas dos microrganismos (GAVA, 2002)

Segundo Woodroof e Luh (1975), a secagem de produtos perecíveis com altos teores de umidade inicial apresenta diversas vantagens, tais como: manutenção dos constituintes minerais; inibição da ação de microrganismos; redução dos custos de transporte, manuseio e estocagem e alternativa para solução dos problemas de desperdício, descarte e poluição. Além disso, os produtos secos utilizam forma de embalagem mais econômica e disponível e oferecem opção para refeições leves e rápidas.

2.2.1 Atividade de Água

Quando se consideram as interações da água com os alimentos como um todo, é necessário estudar o comportamento genérico da água nos alimentos. Muitas propriedades importantes dos gêneros alimentícios e particularmente a sua suscetibilidade ao crescimento microbiano, se relacionam com o teor de água presente. Da mesma forma, é evidente que a quantidade de água de um alimento não é por si própria, a principal determinante da estabilidade. O importante é a disponibilidade de água para os microrganismos e não sua abundância. O conceito atividade de água é adotado hoje em dia de modo universal pelos cientistas e tecnólogos de alimentos para quantificar essa disponibilidade (COULTATE, 2004). A atividade de água (a_w) é uma medida da quantidade de moléculas de água livres ou ativas, geralmente obtida em relação à pressão de vapor da água pura. Esta medida é de fundamental importância, visto que, por meio dela, podem ser previstas reações químicas e enzimáticas, e o desenvolvimento de microrganismos. A partir do conhecimento da a_w pode-se, também, propor sistemas adequados de embalagem para um produto (CARVALHO, 1994;

TEIXEIRA NETO et al., 1976).

Atividade de água, a_w é definida como:

Equação 1:

$$a_w = p/p_0$$

Onde p é a pressão parcial de vapor de água na superfície da amostra (sólida ou líquida) e p_0 é a pressão parcial de vapor na superfície da água pura, na mesma temperatura especificada. No equilíbrio (o qual em muitos casos só é atingido lentamente) há uma relação entre a a_w de um alimento e a umidade relativa no equilíbrio (URE) do ar confinado bem acima deste:

Equação 2:

$$a_w = URE/100$$

Esta relação entre URE e a_w nos habilita a prever os alimentos que ganham ou perdem água quando expostos ao ar ou a uma umidade particular.

2.3 Desidratação

É a secagem pelo calor produzida artificialmente em condições de temperatura, umidade e corrente de ar, cuidadosamente controladas. O processo de desidratação dos alimentos, principalmente de frutas e hortaliças, é bastante prático, já que permite a armazenagem em locais simples por longo tempo

Uma das principais causas de deterioração de alimentos frescos e ou processados é a quantidade de água livre presente nos mesmos (EL-AQUAR E MURR, 2003). Portanto, faz-se necessária a utilização de métodos ou combinação destes a fim de que o alimento se torne estável à deterioração química e microbiana (LABUZA, 1980; ARÉVALO-PINEDO E MURR, 2005). Assim, a desidratação é um método que garante melhor conservação das frutas e, industrialmente, é feita por meio de sua secagem, ou seja, retirada de água por meio do calor produzido artificialmente em equipamento chamado desidratador. As condições de temperatura, umidade e corrente

de ar são acompanhadas com rigor para a maior qualidade do produto final (VEJA-MERCADO, GÓNDORA-NIETO e BARBOSA-CÁNOVAS, 2001).

Segundo a RDC nº 272 (BRASIL, 2005), fruta seca é o produto obtido pela perda parcial da água da fruta madura, inteira ou em pedaços, por processos tecnológicos adequados que possibilitem a manutenção de, no máximo, 25% de umidade (g/100g). O produto é designado simplesmente pelo nome da fruta que lhe deu origem, seguida da palavra "seca".

Os produtos preparados com mais de uma espécie de frutas, terão a designação de "frutas secas mistas", seguida do nome das frutas componentes. Pode também ser usada a palavra "passa", em lugar de "seca". Ex: uva passa, tomate passa etc. Matos (2007) afirma que o processamento de frutas desidratadas agrega valor ao produto, além de reduzir os custos com transporte, embalagem e requerer menor área para armazenamento. Porém, a qualidade final do produto que será desidratado depende da matéria-prima utilizada, se as frutas utilizadas durante o processamento forem de boa qualidade, o resultado final é fruta seca saudável e saborosa.

As frutas secas, ao contrário das frescas, representam uma fonte mais concentrada de calorias, fibras, açúcares e alguns nutrientes, além de terem um prazo de validade maior, já que a água, que é a responsável pelo crescimento de microrganismos, que deterioram o alimento, é retirada. Além das vantagens observadas, a desidratação confere também o refinamento do alimento, tendo-se como consequência a instalação de um novo produto no mercado, o que usualmente vem motivando os investimentos de produção e beneficiamento agrícola, face aos benefícios monetários que derivam da transformação do produto (UNIFEM, 1989).

Apesar da inexistência de estatísticas oficiais, o desperdício de frutas e hortaliças no Brasil é estimado em mais de 40% da produção, ou seja, mais de 14 milhões de toneladas. Enquanto essa perda supera a produção total de muitos países da América Latina, mais de 30% da população brasileira não tem acesso a nenhum tipo de fruta ou hortaliça (SILVA et al., 2004).

A secagem de frutas é uma forma de conservação e variação do sabor natural, praticada há muito tempo. Provavelmente os homens primitivos já se utilizavam desta arte para prolongar a possibilidade de consumo dos alimentos encontrados em curtos

períodos do ano (QUEIROZ, 1994).

De acordo com DOYMAZ (2007), o mecanismo de secagem é estabelecido pela transferência de calor e massa da fruta, durante a secagem, que resulta na remoção da umidade; ocorre por vaporização térmica, com o auxílio de ar aquecido, que flui pela superfície da fruta. Essa vaporização térmica se processa numa temperatura inferior a de ebulição da água e depende, essencialmente, dos seguintes fatores: pressões de vapor da água na fruta e no ar de secagem; temperatura e velocidade do ar; velocidade de difusão da água na fruta e da espessura e superfície exposta para secagem.

Segundo ARÉVALO-PINEDO E MURR (2005), através de curvas de secagem, pode se observar que a maior parte do processo transcorre dentro de um período de velocidade decrescente. Nota-se também que a temperatura exerce influência sobre a velocidade de secagem em cada tipo de alimento, sendo o tempo de secagem menor com o aumento da temperatura. Assim como a temperatura, a pressão também exerce influências na cinética de cada tipo de alimento. Assim, o aumento da temperatura causa diminuição do tempo de secagem em todos os casos e este tempo diminui ainda mais quando diminui a pressão de secagem.

Segundo SANTOS et al. (1997), a finalidade da desidratação de produtos agroalimentares é evitar o crescimento ou reprodução de microorganismos, a deterioração e a ação de insetos e, portanto, permitir a preservação das qualidades do produto durante armazenagens prolongadas. A remoção da água durante o processo de secagem apresenta algumas vantagens, notadamente econômicas, sobre os demais processos de conservação, já que pode reduzir os gastos com armazenamento e distribuição dos produtos secos, em virtude da redução de massa e volume (STRINGHETA, 1984).

Existem inúmeros métodos destinados à desidratação de alimentos, desde os mais avançados, direcionados à produção em grande escala, aos mais simples, direcionados ao pequeno produtor, como a desidratação solar (mecânica e natural), sala de secagem, forno doméstico e desidratador adiabático convencional (BALDWIN, 1999).

Segundo GRABERT (2001), vários processos de secagem têm sido desenvolvidos e testados, visando melhorar o aproveitamento das condições

disponíveis, tanto para matéria prima como para a fonte de energia empregada na secagem.

O Brasil tem uma longa tradição no uso de fontes renováveis de energia, particularmente a energia hidráulica, no setor elétrico, o carvão vegetal na indústria de aço e o etanol, oriundo da cana-de-açúcar, como combustível, no setor de transportes, além do uso tradicional de lenha para cocção. Contudo, as fontes de energia universalmente reconhecidas como renováveis - solar, eólica, de biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, apenas recentemente têm sido efetivamente consideradas como alternativas reais para suprir os nichos do mercado ou para complementar as fontes convencionais (PEREIRA, 2009).

A secagem solar, apesar de barata, tem muitos inconvenientes, dos quais se destacam a forte dependência das condições climáticas, a necessidade de muita mão de obra e ainda de espaço disponível para a secagem. Por outro lado, as condições em que se efetua a secagem não são as mais favoráveis à obtenção de produtos com boas condições de higiene, já que os frutos ficam expostos a poeiras e insetos (MARTINS, 1988).

A dependência das condições climáticas, inerente da secagem solar, é bem menor em locais de clima semi-árido sem, contudo, poder ser totalmente eliminada. Neste caso, suplementação energética é a solução possível. O biogás, por sua facilidade de produção, principalmente no meio rural e pelo manejo simples e de baixo custo, apresenta-se como excelente opção para esta complementação energética (CHAVES, 2001).

As experiências com secagem solar de frutas, no Brasil, embora promissoras, têm sido caracterizadas pela ausência quase total de estudos de viabilidade econômica de implantação e pela manutenção dos estudos ainda em nível acadêmico. Recentemente, no nordeste do país, tem-se notícias de tentativas de difusão destas tecnologias (CHAVES, 2001).

2.3.1 Secagem Solar

A secagem solar traz a vantagem de utilizar a fonte de energia renovável e gratuita que é o sol, sem prejuízo da qualidade dos produtos secos (SOL E FRUTAS,

2005).

A secagem solar, nas regiões trópico/equatoriais, é um método simples, natural, saudável e econômico de conservação de alimentos. É uma ecotécnica ambientalmente equilibrada, porque não consome recursos naturais. É apropriada, principalmente, a pequenos proprietários rurais de economia familiar. É, também, considerada uma tecnologia adaptada ao desenvolvimento sustentável, diversificando atividades e produtos, agregando-lhes sabor, durabilidade e valor, sendo de baixo custo de implantação e operação, aproveitando-se os excedentes de produção nas safras, conservando-os para épocas de entressafra e/ou épocas de escassez. Neste sentido, ganha o pequeno produtor que beneficia os seus produtos, conseguindo maior prazo de validade, evitando atropelos de comercialização, podendo explorar mercados mais distantes, onde determinadas frutas inexistem (Receita do Campo, 2009).

Os principais problemas da secagem ao sol são as perdas devido à falta de insolação e dificuldade em manter um alto grau de sanificação (TRAVAGLINI et al, 2002b) e, portanto, informações sobre variações sazonais e diárias do sol, umidade, temperatura e ventos são importantes (BEZERRA et al., 1990).

Os secadores podem ser classificados em diversas formas, cada um apresentando suas particularidades, podendo ser divididos em dois tipos fundamentais, de acordo com a exposição do material a ser seco ao sol: direta e indireta (BEZERRA *et al.*, 1990). Os secadores solares diretos são freqüentemente de montagem simples e econômica e, portanto mais apropriados à agricultura familiar (ITAL, 1978).

2.4. Legislação Sanitária

A qualidade é fator determinante na consolidação de um mercado para os produtos de origem familiar. Um dos padrões de qualidade relacionados a alimentos refere-se ao atendimento da legislação sanitária aplicada. Porém, os níveis de exigência da legislação em estrutura física influenciam fortemente a consolidação dos estabelecimentos de beneficiamento nas propriedades familiares, pois tais regulamentações não foram elaboradas especificamente para pequenas unidades de beneficiamento. Apesar das dificuldades encontradas para a padronização da produção familiar de acordo com as normas sanitárias, atender a estes padrões agrega maior

qualidade ao produto e viabiliza a ampliação de mercado (PRESOTTO et al., 2002).

De acordo com o regulamento técnico federal sobre "Condições Higiênico-Sanitárias e Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores de Alimentos", a adequação de edifícios e instalações de processamento de alimentos abrange a montagem com materiais que não transmitam substâncias indesejáveis aos alimentos, assim como materiais de revestimento e arquitetura que facilitem a limpeza; proteção anti-pragas de fácil limpeza; espaços suficientes para a realização das operações e da boa higienização do local; impedimento à entrada de pragas e outros animais, assim como de contaminantes do meio; fornecimento de água de qualidade e sistema eficaz de eliminação de efluentes; adequação de instalação de banheiros e vestiários, que devem estar desconectados do local de manipulação de alimentos; adequação das instalações para lavagem das mãos; instalação para disposição dos insumos, alimentos prontos e devolvidos e disposição do lixo (BRASIL, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto consistiu na criação de unidade demonstrativa de produção, beneficiamento e comercialização agroecológica familiar.

O presente trabalho foi desenvolvido como continuidade do projeto “Sol e frutas: desidratação e produção agroecológica familiar”, submetido ao edital 022/2004 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e aprovado em janeiro de 2005. Esta etapa do projeto Sol e Frutas foi desenvolvida no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ-USP.

3.1 Preparação dos tomates para a desidratação e secagem

A preparação dos tomates foi realizada no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP. Foram utilizadas áreas distintas e definidas. Planta piloto com área de recepção da matéria-prima; lavagem e seleção; processamento; desidratação convencional (adiabática de energia elétrica); envase; rotulagem; e armazenamento, e ainda uma área de campo onde se encontra o secador solar de madeira..

Os tomates utilizados para o processamento foram cedidos gentilmente pela empresa Chácara Catavento da cidade de Piracicaba. O processamento do tomate esta descrito no Fluxograma da Figura 1.

Figura 1- Fluxograma do processo de desidratação de tomates cereja Sweet Grape

3.2 Colheita e Transporte e Recepção

Foram colhidos na propriedade manualmente e colocados em caixas plásticas, e transportados direto para o Departamento de Agroindústria de ESALQ-USP, em temperatura ambiente. Os tomates não foram trazidos de uma só vez, tendo assim que serem armazenados em câmara de congelamento, para preservar o produto e para ajudar numa pré-desidratação, perdas de exudados.

3.3 Lavagem e Sanitização

Primeiramente, todos os utensílios utilizados para o preparo dos tomates foram devidamente lavados com água e detergente e sanitizados com solução de água e hipoclorito de sódio e álcool 70% para evitar a contaminação do produto final. Os manipuladores estavam devidamente paramentados com roupas especializadas, máscaras, toucas e luvas de látex para evitar a contaminação no manuseio.

Assim que os tomates foram recepcionados foi feita a lavagem superficial onde utilizado dicloroisocianurato de sódio a 6,6g por litro, como indicado no rótulo da embalagem. Em seguida, os tomates foram drenados e congelados a -20°C por.

Um lote, o qual não foi congelado, seguiu diretamente para as análises físico-químicas e composição centesimal, a fim de caracterizar a matéria prima.

Outro lote seguiu para a sanitização com dicloroisocianurato de sódio antes do congelamento como indica a figura 2. E assim seguiram para câmara de congelamento, onde ficaram até juntarem a quantidade de tomates suficientes para secagem.

Figura 2 - Sanitização com Dicloroisocianurato de sódio

3.4 Preparo dos tomates secos.

Depois de descongelados, os tomates foram adicionados de sacarose e NaCl, nas quantidades de 75 e 25g por quilo do produto, respectivamente, com aplicação direta, por 30 a 40 minutos, para que se iniciasse o processo de desidratação por osmose, complementar à secagem. Após, foram drenados em peneiras e colocados em bandejas perfuradas de aço inoxidável (secador adiabático convencional) e telas de nylon (secador solar), previamente taradas, e levadas aos respectivos secadores. Os tempos em relação às umidades foram estabelecidos fazendo pré-secagens.

O ponto ótimo de secagem em ambos os secadores foi verificado mediante a fórmula descrita a seguir para calcular o peso final dos tomates quando estes apresentassem 40 de umidade. Nesse caso, se avaliava o momento de tirar o alimento do secador pesando uma amostra do mesmo. Também foi possível determinar o rendimento dos processos.

Determinação do Peso Seco: P_f

Equação 3:

$$P_f = P_i \times \frac{100 - U_i}{100 - U_f}$$

Pi: peso inicial (kg);

Pf: peso do tomate final depois de seco (kg);

Ui: Umidade inicial, tomate fresco

Uf: Umidade final, tomate depois de seco.

Determinação do Rendimento:

Equação 4:

$$Rn = (Pf / Pi) \times 100$$

Rn: rendimento (%);

Pf: peso final seco (kg);

Pi: peso do tomate *in natura* (inicial) (kg).

3.5 Desidratador

A fruta ficou em exposição a 60°C por 20 a 24 horas no desidratador adiabático elétrico, desidratador que se encontra no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição. Concluído o processo de desidratação, o sistema de aquecimento foi desligado e o produto ficou apenas sob efeito da ventilação, até que o mesmo atingisse a temperatura ambiente de aproximadamente 25°C.

Figura 3 - Desidratador adiabático elétrico

3.6 Secador solar

O secador solar de exposição direta é assim chamado em virtude do produto receber diretamente a radiação solar (Khalil, 2007). Para o presente projeto foi escolhido esse secador solar de exposição de radiação direta devido à sua facilidade de manejo e construção, pois é mais acessível ao pequeno produtor rural.

O secador foi construído de acordo com o Manual de Secagem Solar de Frutas, Ervas e Hortaliças Série Produtor Rural – nº 33 (ESALQ, 2006).

Para a secagem, os tomates, depois de higienizados, eram colocados nas telas de nylon e inseridos no secador, onde permaneciam durante o dia sob exposição direta aos raios solares. À noite, o secador era recolhido em ambiente fechado. O processo se repetiu durante 72 horas, até que os tomates atingissem umidade final de 40%. A temperatura foi monitorada todo o tempo de exposição, a qual atingia até a 60°C em dia de grande insolação. Sempre era mantida uma bandeja de plástico para o controle de peso e umidade do produto a ser retirado.

Figura 4 - Secador solar de madeira vista frontal

Figura 5 - Secagem tomates em secador solar de madeira

Figura 6 – Tomates secando em secador solar de madeira

3.7 Envase e Acondicionamento

Os tomates tanto desidratados quanto secos foram marinados e envasados em potes de vidro de 250 g com bordas de rosca, vedados com tampas de metal providas de silicone. Os vidros, tampas e utensílios foram lavados com detergente e esterilizados em água fervente por 30 minutos.(Figura 7)

Para o processo de marinação utilizou-se uma mistura, na proporção de 1:1 de azeite de oliva e óleo de soja, completando 40% do vidro em relação aos 60% de tomates durante o envase; também foram acrescentados condimentos desidratados comercialmente, marca Kitano®, compostos de alho, salsa, cebola e orégano. Os tomates foram colocados em camadas intercaladas com os condimentos e, por último foi acrescentada a mistura de óleo e azeite até completar o enchimento dos vidros. A proporção foi de 60% de tomate para 40% de óleo.

Depois de envasados, procedeu-se a pasteurização em água fervente por 20 minutos a 96°C, temperatura de fervura da água na região de Piracicaba. (Figura 8) A

seguir, foram resfriados lentamente até 40°C e armazenados à temperatura ambiente.(Figura 9)

Figura 7 – Esterilização dos vidros

Figura 8 - Pasteurização dos tomates após acondicionados em vidros

Figura 9 – Retirada dos vidros da pasteurização e resfriamento

3.8 Análises Microbiológicas

Segundo a resolução-RDC numero 12, de 2 de janeiro de 2001, da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Foram avaliados: coliformes totais e termotolerantes; *Salmonella sp*; *Staphylococcus aureus*.

As análises microbiológicas foram realizadas na Bioagri Alimentos, São Paulo - SP. O transporte das amostras foi feito em caixas de isopor em temperatura ambiente

A contagem de coliformes totais, termotolerantes, foi realizada de acordo com a Instrução Normativa nº62, de 26 de agosto de 2003.

A análise de *Salmonella sp*. foi realizada de acordo com a REF. 30 702 VIDAS *Salmonella* BIOMERIEUX; AOAC 996.08; ISSO 6579, de 26 de agosto de 2003.

A análise de *S. Aureus* foi realizada de acordo com a instrução Normativa nº62, de 26 de agosto de 2003.

3.9 Análises Físico-Químicas

3.9.1 Cor

A cor instrumental foi avaliada em colorímetro Color Meter-Minolta 200b de 8 mm de diâmetro, para a medição das amostras de tomates *in natura*, desidratado e seco por energia solar. Foram consideradas três embalagens por tratamento e duas leituras

realizadas em lados opostos para dois pedaços selecionados aleatoriamente de cada embalagem, segundo recomendação de Sacks e Shaw (1994).

Foram registradas as alterações na coloração, brilho e saturação das cores através do valor L (luminosidade), que varia do negro (L=0) ao branco (L=100); do valor a^* , que caracteriza coloração na região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$); e do valor b^* , que indica coloração no intervalo do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$). O aparelho foi previamente calibrado em superfície branca de acordo com padrões pré-estabelecidos por Bibles e Singha (1993) e Mutscher et al. (1992) citados por Villalba (1997) e de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (CIE 1976 L, a^* , b^* - CIELAB).

A partir dos valores L, a^* , b^* , foi possível obter o Croma, que é a saturação da cor da amostra; e o Hue, a partir do ângulo entre a^* , b^* , que é a tonalidade do objeto. Tanto o Croma quanto Hue foram calculados segundo Minolta (1998):

Equação 5:

$$Croma = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

Equação 6:

$$Hue = h = \tan^{-1} (a^*/b^*)$$

3.9.2 pH

O pH foi analisado em potenciômetro da marca TECNAL e modelo TEC3-MP, a partir de amostras liquefeitas, homogeneizando o óleo do marinado com os tomates, segundo metodologia ditada pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005).

3.9.3 Teor de Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis foi avaliado em refratômetro Auto Abbe, modelo 10500/10501, Leica. Foram utilizadas amostras homogeneizadas com tomate e o

marinado (óleo+temperos) e os resultados apresentados em °Brix (AOAC, 2005).

3.8.4 Acidez Titulável

A acidez titulável foi determinada e calculada como o volume em mililitros de NaOH 0,1N, requeridos para titular 100mL de amostra homogeneizada, com três repetições, expressa em porcentagem de ácido cítrico (AOAC, 2005).

3.9.5 Ratio

O Ratio foi calculado através da relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

3.10 Composição centesimal

3.10.1 Umidade

Para determinação da umidade foi utilizado o método gravimétrico a partir do qual se determinou a perda de massa do tomate seco homogeneizado, em triplicata, submetido a aquecimento a 105°C em estufa, até massa constante, segundo método da “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em porcentagem de umidade.

3.10.2 Proteína Bruta

A proteína bruta foi quantificada pelo método de Kjeldal (micro), determinando-se o Nitrogênio da amostra seca, com o valor 6,25 como fator de conversão nitrogênio/proteína (AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em porcentagem de proteína bruta em base úmida.

3.10.3 Lipídios

A determinação de lipídios foi realizada em amostragem de 2g de material seco e triturado, em triplicata através de extração com solvete hexano no aparelho Soxhlet

durante 8 h. O resíduo de solvente que permaneceu na fração lipídica foi removido utilizando-se estufa de circulação de ar a 105°C, segundo o método Bc 3-49 da “American Oil Chemists Society” (AOCS, 2003). Os resultados foram expressos em porcentagem em base úmida.

3.10.4 Fração Cinzas

As cinzas foram determinadas por amostragem de 2g de material seco e triturado, em triplicata, utilizando-se forno mufla regulado a 550°C, por um período de 48h (AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em porcentagem de cinzas em base úmida.

3.10.5 Fibras

A presença das fibras foi determinada pelo método gravimétrico segundo American Association of Cereal Chemists (AACC., 1983), com 3g de amostra seca e triturada, em triplicata, onde foi acrescentado ácido sulfúrico 1,5%, aquecendo-se a mistura por 30 minutos a 100°C. A mistura foi filtrada e juntou-se a ela hidróxido de sódio 1,5%. Deixou-se em ebulição por mais 30 minutos e filtrou-se novamente. O filtrado foi colocado em estufa a 105°C durante 8 h, após este período a mistura foi pesada para se obter o teor de fibra bruta da amostra. Depois dessa etapa, as amostras foram levadas ao forno mufla por mais 8 h, até sua calcinação total, aí então foram submetidas à pesagem, conseguindo-se, deste modo, o teor de fibra real das amostras. Os resultados foram expressos em porcentagem de fibras em base úmida.

3.10.6 Carboidratos

Determinados através do cálculo de diferença:

Equação 7:

$$\% \text{Carboidratos} = 100 - (\% \text{Umidade} + \% \text{Fração cinza} + \% \text{Matéria graxa} + \% \text{Proteínas} + \% \text{Fibras})$$

3.11 Análise Sensorial

A análise sensorial afetiva foi realizada utilizando-se escala hedônica de 9 pontos, onde o ponto 1 corresponde a “desgostei muitíssimo” e o ponto 9 a “gostei muitíssimo” (Figura 10). As amostras, em número de duas, tomate seco convencionalmente (eletricidade) e tomate seco por energia solar, foram oferecidas aos provadores em pratos de porcelana, numerados com algarismos de três dígitos, recobertos com filmes de polietileno tereftalato. Foram utilizados para o experimento de 30 provadores não treinados, os quais provaram as amostras em cabines individuais. Os provadores responderam a ficha de teste Hedônico abaixo e foram consideradas também suas observações.

Para as análises foi utilizada a ficha presente na Figura 10.

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo duas amostras de tomate seco. Avalie cada uma das amostras codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.

- 9 – Gostei muitíssimo
- 8 – Gostei muito
- 7 – Gostei moderadamente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 5 – Não gostei, nem desgostei
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 3 – Desgostei moderadamente
- 2 – Desgostei muito
- 1 – Desgostei muitíssimo

Amostra	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Impressão global

Observações: _____

Figura 10 - Ficha de teste hedônico de tomate seco e desidratado

O delineamento experimental foi esquema fatorial 2x4x2, com desidratador (convencional) e secador; 4 períodos de armazenamento de 1, 30, 60 e 90 dias; 2 blocos (os experimentos foram realizados 2 vezes, em épocas diferentes); 3 repetições (3 vidros por repetição).

O conjunto de dados obtidos das análises microbiológicas, físico-químicas, composição centesimal e sensorial foi submetido ao programa Statistical Analysis System (SAS 9.2, 2002-2008), ANOVA; para a comparação das médias ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$) foi aplicado o teste de Tukey

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tempo de Processo e Rendimento

De acordo com a literatura, os tomates Sweet Grape, apresentam tempo de desidratação desconhecido, por isso foram feitas pré-desidratações. Para se obter o tempo médio para que os tomates chegassem à umidade desejada foram realizados testes com tomates Sweet Grape, para a secagem elétrica obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 1

Tabela 1 – Umidade (%) perdida dos tomates sweet grape em relação ao tempo de desidratação

Umidade	Tempo (h)
80%	6
70%	10
60%	14
50%	20

Como os tratamentos envolveram a osmose prévia, com abaixamento da atividade de água pelos ingredientes, NaCl e sacarose, optou-se por fazer a desidratação à umidade de 40-50%, obtendo-se, com isso, um tempo aproximado de 20 horas.

Em secador solar não foi possível fazer um tempo médio em relação à umidade, pois não é possível controlar sua temperatura, pois depende das condições meteorológicas, época do ano e grau de insolação. No caso desse trabalho o produto foi seco entre março e junho, cada secagem durou em média 3 a 4 dias e a temperatura do secador chegou ao máximo de 60°C.

Observou-se (Tabela 2), que o tratamento de secagem pelo secador solar não foi tão efetivo na obtenção da umidade desejada quanto à desidratação convencional, embora esse produto tenha tido exposição solar 27 horas (3 dias de secagem, ou 72 horas no total entre as horas de exposição e de recolhimento). No entanto, a umidade de 47,15%, obtida no secador solar, foi tão efetiva quanto à umidade de 39,43%, obtida no desidratador convencional, para a inibição do crescimento microbiano, como observado anteriormente para os microrganismos estudados.

Tabela 2 – Resultados obtidos para umidade dos diferentes tratamentos e tomate *in natura*

Tratamentos	U%
Tomate desidratado (desidratador convencional)	39,43 a
Tomate seco (secador solar)	47,15 b
Tomate <i>in natura</i>	90,17c

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey.

Quanto ao rendimento, para o desidratador convencional, foram usados 20 kg de tomates *in natura*, com umidade inicial de 90,17%, e final de 39,43, obteve-se 2,87kg de tomate seco, com rendimento final de 14,35%, ainda considerado mais alto que tomates grandes de variedades comuns que ficam em torno de 8a 12% (RAUPP, 2009).

Foi calculado também o rendimento em embalagens de vidros de 250g, com 60% de tomates mais condimentos e 40% da mistura de óleo de oliva e óleo de soja a 50% cada, o resultado foi de 20 embalagens para cada 20kg de tomates cereja secos convencionalmente.

Para tomates secos em secador solar, foram usados também 20 kg de tomates *in natura* com umidade inicial de 90,17%, e umidade final de 47,15%, originando 3,77kg, com rendimento de 18,85%, maior que o obtido no secador convencional. Em embalagens de 250g, obteve-se o rendimento de 25 potes. Esse rendimento maior é explicado pela a umidade do tomate seco em secador solar ser maior que o seco no desidratador adiabático. Portanto os rendimentos foram semelhantes para cada tomate, se for considerado em termos de matéria seca.

4.2 Análises Microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas para os quatro períodos de armazenamento, dia 0, 30, 60, 90, não ocorreu presença de *Salmonella*, Coliformes totais e termotolerantes e *S.aureus* atendendo os padrões microbiológicos

estabelecidos pela ANVISA na RDC nº 12 de 02/01/2001, com ausência em 25g para *Salmonella*, <10 UFC/g para Coliformes totais e termotolerantes e <10 UFC/g para *S. aureus*.

Para os padrões microbiológicos, tem sido preconizado que alimentos de contagens microbianas acima de 10^5 e 10^6 g⁻¹ podem ser impróprios para o consumo humano por causa da perda nutricional, alterações sensoriais e riscos de contaminação (VITTI et al.,2004).

4.3 Análises físico-químicas

A Tabela 3 apresenta os valores de F e coeficientes de variância para o teor de sólidos solúveis, acidez total titulável, Ratio, pH e cor (L, a*, b*, hue e croma) dos secadores, convencional e solar.

Tabela 3 - Valores de F na análise de Variância de tomates desidratados e secos no secador solar e do tomate *in natura*

Tratamentos	TSS	AT	RATIO	pH	L	a*	b*	hue	croma
F	*	*	*	*	ns	*	*	Ns	*
C.V(%)	11,7	5,38	17,00	2,54	14,64	10,01	15,07	11,97	9,93

* p≤0.05

Todos os parâmetros, com exceção do L e hue, apresentaram diferença significativa para os tratamentos. Portanto, foi realizado o teste de Tukey para a comparação das médias, e os valores são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

4.3.1 Cor

A cor é utilizada como parâmetro para a seleção de muitos produtos em classes e categorias comerciais e relaciona-se com a percepção da aparência pelo consumidor (CHITARRA, 2005). No presente experimento, a cor foi analisada através dos parâmetros L, a*, b*, hue e croma, os quais representam as medidas objetivas de cor avaliadas pelo olho humano.

Os valores a^* e b^* representam a cor propriamente dita, variando do vermelho ao verde (valor a^*) e do amarelo ao azul (valor b^*). Neste círculo se encerra toda a gama de cores representativa do universo; sendo que, quanto mais se afastam do centro do círculo, mais puras ou mais fortes são as cores; ao contrário, quanto mais se aproximam do centro, mais mescladas estas se tornam, até que o conjunto se torne uma única tonalidade: cor cinza (croma). O hue se caracteriza pelo ângulo formado em relação ao eixo x, se iniciando no valor a^* (vermelho), podendo atingir até 360 Graus. Esse ângulo nos indica a variação entre as cores: vermelho, amarelo, verde e azul.

O valor L representa a luminosidade do produto, variando de zero (negro) a cem (branco). Portanto, amostras que apresentam as mesmas cores, ou seja, os mesmos valores de a^* , b^* , hue e croma podem ser diferentes entre si pela variação da luminosidade (tom), apresentando-se como claras ou pálidas, mais próximo de cem, ou escuras, mais próximas de zero (Figuras 10 e 11).

Figura 11 - Valores de a^* , b^* , hue e croma no Sistema Hunter Lab Croma Meter

Figura 12 - Valor de L no Sistema Hunter Lab Croma Meter

No presente experimento obteve-se os resultados quanto coloração, mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias da coloração de tomates desidratados e secos no secador solar e do tomate *in natura*

Tratamento	L	a*	b*	hue	croma
Secador Convenciona	27,02a	11,00b	11,50b	46,32a	16,06c
Secador Solar	28,96a	14,86b	18,84a	51,18a	24,08b
Tomate " <i>In natura</i> "	33,23a	24,84a	25,07a	45,24a	35,31a

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey

Não houve diferença significativa nos valores L e Hue entre os dois tratamentos e o *in natura*, ou seja, os tratamentos de desidratação e secagem solar, não afetaram o escurecimento e a tonalidade dos tomates cereja.

Em relação ao a*, houve variação somente para os tratamentos em relação ao tomate *in natura*. Portanto, pode-se constatar que a secagem e desidratação do tomate cereja influenciaram na tonalidade avermelhada do mesmo, com perda de pigmento. Isso se deve a caramelização que ocorre quando compostos polidroxycarbonilados (açúcares ou certos ácidos) são aquecidos a temperaturas relativamente altas, há uma desidratação dos açúcares com a formação de aldeídos muito ativos. Hidrometilfurfural é muitas vezes um produto intermediário, sendo capaz de sofrer polimerização originando as melanoidinas (Gava 2002).

Houve também diferença significativa em b* e croma, entre os tratamentos, cuja perda de cor dos tomates submetidos ao desidratador convencional se diferenciou do secador solar e do *in natura*, evidenciando o processo de caramelização, mais intenso para o secador convencional

As Figuras 13 e 14 apresentam as colorações dos tomates *in natura* e desidratados em secador solar e convencional.

Figura 13 - Tomate Sweet Grape *in natura*

Figura 14 - Diferença nas colorações dos tomates desidratados em secador solar (esquerda) e secos em secador convencional (direita)

4.3.2 pH, Teor de Sólidos Solúveis, Acidez Titulável e Ratio

O pH representa o inverso da concentração de íons hidrogênio (H) em um dado material. O valor do pH interfere de maneira significativa no crescimento de microrganismos e na seleção da flora (CHITARRA;CHITARRA, 2005).

Verificou-se que, entre os tratamentos com secagem solar e desidratação convencional o pH não houve diferença significativa (Tabela 5). Já com o tomate *in natura* houve uma diferença bem significativa em relação aos tratamentos. Isso ocorre devido às transformações bioquímicas que ocorrem durante a desidratação/secagem.(VENSKE, 2005).

Tabela 5 - Médias de pH, TSS (°Brix), AT (%) e ratio de tomates desidratados e secos no secador solar e do tomate *in natura*

Tratamentos	pH	TSS (°Brix)	AT (%)	Ratio
Secador convencional	3,78b	29,7 ^a	0,80a	37,34a
Secador solar	3,94b	25,3a	0,74a	31,89a
Tomate <i>in natura</i>	4,20a	8,67b	0,63b	13,80b

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey

O teor de sólidos solúveis (TSS) indica a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa de frutas e tem tendência de aumento com a maturação. São constituídos principalmente de açúcares, sendo variáveis com espécies e cultivar, o estágio de maturação e o clima. Os açúcares acumulados constituem-se as principais substâncias químicas das frutas e hortaliças para tecnologia (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Houve diferença significativa para o TSS. As amostras diferiram entre os dois tratamentos, solar e convencional, e em relação também ao tomate Sweet Grape *in natura*; com a perda de água os sólidos solúveis (SS) tendem a se concentrar, pois não se encontram mais tão dissolvidos na solução (CAMARGO, 2005). Tomates

apresentando maior teor de sólidos solúveis resultam em produto seco, em geral, mais doce e de maior rendimento em peso, para o mesmo grau de umidade residual. A acidez e os sólidos solúveis influem nas características sensoriais do tomate, fresco ou seco. (VENSKE et al., 2005)

A acidez titulável (AT) se expressa em porcentagem do ácido predominante, como representante da acidez total titulável. Com o amadurecimento as frutas perdem rapidamente a acidez, mas em alguns casos, há um aumento de valores com o avanço na maturação. A acidez pode ser utilizada em conjunto com a doçura, como ponto de referência do grau de maturação do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No presente trabalho, não houve diferença significativa entre os dois tratamentos, em relação à acidez titulável (AT). (Tabela 5)

O Ratio, relação entre SS e acidez titulável (AT), apresentou diferença estatística entre os tratamentos e o tomate *in natura*. Entre os tratamentos não houve diferença significativa. O Ratio representa uma “medida” de sabor do produto, principalmente o relacionado ao gosto doce. Segundo Kader et al. (1978), o fruto do tomateiro é considerado de excelente sabor quando apresenta relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/At) superior a 10. No tomate seco o Ratio encontrado foi mais de 3 vezes, indicando que o produto deva ser saboroso.

4.3.3 Atividade de Água (a_w)

A atividade de água de um alimento indica a disponibilidade desta para os microrganismos. O processo de controle de umidade pela redução da atividade de água se faz por meio da combinação da desidratação parcial do alimento, com adição de solutos, como sal e açúcar, tornando a água não disponível para a atividade microbiana. Com isso aumenta-se a pressão osmótica e diminui-se a atividade de água do soluto.

Houve diferença significativa na atividade de água entre os dois tratamentos (Tabela 6). Segundo Beuchat, (1981), a faixa de a_w para *Salmonella sp* é de 0,93. *Staphylococcus aureus* merece destaque, por ser uma bactéria halotolerante, anaeróbia facultativa, e por produzir uma enterotoxina bastante termoestável que, uma vez presente no alimento, é capaz de resistir às técnicas convencionais de processamento

térmico (BERGDOLL, 1989). Quanto à sua capacidade de produção de toxina nas condições do produto, há divergência entre os autores, sendo que, Leitão et al. (1988) cita valor mínimo de atividade de água (a_w) de 0,93, enquanto Bergdoll (1989) relata a produção da mesma a 0,86.

Tabela 6 - Médias de Atividade de água de tomates secos no secador solar

Tratamento	A_w
Secador convencional	0,58a
Secador solar	0,86b
F	*

* F significativo a $p < 0,05$;

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey.

4.3.4 Composição Centesimal

A Tabela 7 apresenta a composição centesimal feita para tomates desidratados e *in natura*, comparando as características destes dois produtos, verificando a variação dos componentes do produto, além da umidade que notoriamente difere.

Os nutrientes minerais, proteínas, lipídeos, carboidratos solúveis e constituintes da fibra alimentar, que no tomate fresco representam no máximo de 5 a 7% de seu peso (Silva & Giordano, 2000), no produto desidratado, como os da pesquisa atual, tomate seco em óleo, as concentrações desses nutrientes são aumentadas em função do abaixamento da umidade residual do tomate seco.

A água é o componente mais abundante nos produtos hortícolas, perfazendo teores de até 95%, de acordo com o produto, com o suprimento dado aos tecidos na época de colheita e com a temperatura e umidade relativa do meio ambiente. É responsável pela turgescência e firmeza dos tecidos, conferindo-lhes frescor e boa aparência (CHITARRA; CHITARRA, 2006).

A perda da umidade é usualmente expressa como perda percentual de massa e pode ser determinada por pesagem do produto à colheita e ao longo do armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tabela 7 - Composição centesimal do tomate seco convencionalmente e *in natura*

Tratamento	Proteína	Lípido	Cinza	Fibras	Carboidrato	U%
Tomate desidratado	1,77 a	0,54a	1,40a	0,81a	56,05 ^a	39,43a
Tomate <i>in natura</i>	1,06b	0,48a	0,60b	0,78a	6,91b	90,17b
F	*	Ns	*	ns	*	*

* F significativo a $p < 0,05$;

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey.

Pela Tabela 7 se observa diferença significativa entre a umidade do tomate desidratado e do *in natura*.

As proteínas têm importância funcional por atuarem como enzimas, por serem componentes da estrutura das paredes celulares ou de macromoléculas como glicoproteínas, lipoproteínas e outras, as quais desempenham diferentes funções nos vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2006).

O tomate grande comum *in natura* contém 1,1 a 1,2 g/100g de proteína (UNICAMP, 2006; USP, 2010). Na composição centesimal do Sweet Grape foi observado 1,06g/100g de proteína no tomate *in natura*, um inferior ao tomate comum grande encontrado na literatura. Comparando-se com o tomate desidratado, observou-se diferença significativa em relação às proteínas (Tabela 7).

Lípidos são substâncias que ocorrem naturalmente e que, por hidrólise, liberam ácidos graxos alifáticos de cadeias longas. São considerados lípidos simples as gorduras e as ceras; e compostos, os fosfolípidos, os glicolípidos e as lipoproteínas (CHITARRA; CHITARRA, 2006).

As frutas e hortaliças contêm 1% de lípidos apenas, mas estes desempenham importantes funções celulares, encontram-se associados às camadas de cutículas protetora da superfície e são componentes das membranas celulares. Podem ou não apresentar propriedades nutricionais, mas em seu conjunto possuem importante papel multifuncional (CHITARRA; CHITARRA, 2005; 2006). O tomate comum apresenta 0,2 a 0,33 g de lípidos /100g de produto nos seguintes valores (UNICAMP, 2006; USP, 2010)

já o Sweet Grape *in natura*, apresentou 0,48g (Tabela 7), e não houve diferença significativa com o Sweet Grape seco.

Quanto as cinzas o tomate comum apresenta valor em g/100g de produto de 3,1 (UNICAMP, 2006) e 0,45 (USP, 2010), o tomate Sweet Grape cru apresentou o valor de 0,60 g/100g nesse trabalho, com diferença significativa entre o tomate desidratado e o *in natura*. Como cinzas é fração mineral a adição de NaCl pode ter influenciado nesse aumento.

As fibras são células do esclerênquima alongadas e afiladas, que fornecem suporte mecânico às plantas vasculares (CHITARRA; CHITARRA, 2006).

Em tomate comum encontram-se 1,2 a 0,33g de fibra total em 100g de produto (UNICAMP, 2006; USP, 2010). No presente trabalho foram encontrados 0,78 g para o Sweet Grape *in natura*, e não houve diferença significativa para o tomate seco.

Com a evolução da maturação, há aumento da concentração de açúcares simples até o completo amadurecimento declinando em seguida em função de sua utilização como fonte de energia (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

Carboidratos podem ser calculados por diferença, subtraindo de 100 a somatória de proteínas, lipídeos, umidade e cinzas e fibras.

Encontram-se os valores de carboidratos para tomate comum em g/100g, 3,1g (UNICAMP, 2006) e 3,16 (USP, 2010). Nesse trabalho foi encontrado valor de carboidrato para o tomate Sweet Grape *in natura* de 6,21g/100g, que pode ser devido à grande quantidade de sólidos solúveis existentes no produto. Houve diferença significativa nos valores de carboidratos do tomate desidratado e do *in natura* nesse experimento, quanto mais se perdeu água maior a quantidade de carboidratos apresentada.

4.3.5 Características Físico-Químicas e Sensoriais dos Tomates Secos e Desidratados Comparando-se Tratamentos e Períodos de Armazenamento

Analisando-se o desidratador adiabático e o secador solar, pode-se observar que para todos os parâmetros analisados (TSS, AT, Ratio, pH, L, a*, b*, hue, croma e U%), apenas o Hue não foi significativo para os diferentes tratamentos, como já apresentados anteriormente. Quanto aos períodos analisados (0, 30, 60, 90 dias), os

resultados não foram significativos para TSS, RATIO, Hue e U%. A relação desidratador-secador x período de armazenamento, não apresentou resultados significativos para b*, Hue, coroma e U% (Tabela 8).

Tabela 8 - Valores de F da análise de variância de tomates desidratados e secos no secador solar, armazenados em diferentes períodos

Tratamentos e períodos	TSS (°Brix)	AT (%)	Ratio	pH	L	a*	b*	Hue	coroma	U%
Secadores	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	*
Períodos	Ns	*	ns	*	*	*	*	ns	*	ns
Secador x Período	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns

* F<0,05

Considerando os períodos, em relação ao pH houve diferença significativa em todo o período de armazenamento, com maiores valores para o primeiro e último dia. Entretanto, nenhum valor ultrapassou 4,5, ou seja, o valor crítico estipulado para o crescimento de microrganismos patogênicos (Tabela 9).

Tabela 9 - Médias das características físico-químicas e umidade, de tomates desidratados e secos no secador solar, armazenados em diferentes períodos

Período (dias)	TSS (°Brix)	AT (%)	Ratio	pH	L	a*	b*	Hue	Coroma	U%
0	26,61a	0,77a	34,82a	3,86a	27,99a	12,97a	15,17a	48,55a	20,07a	43,28a
30	27,42a	0,87a	31,35a	3,69bc	14,31b	5,68b	6,94b	50,51a	8,99b	42,69a
60	23,25a	0,77a	31,86a	3,59c	16,17b	5,04b	8,56b	59,14b	10,18b	43,96a
90	24,67a	0,99a	28,79a	3,77ab	7,10c	6,46b	8,76b	48,12a	9,68b	42,40a

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a p< 0,05 pelo Teste de Tukey.

A coloração apresentou diferença significativa do primeiro dia em relação aos demais períodos de armazenamento para os valores L, a*, b* e croma, denotando escurecimento, pelo valor L, e perda de pigmentos, indicado pelos demais parâmetros a*, b* e croma. O valor Hue apresentou ligeiro acréscimo aos 60 dias de armazenamento, expressando amarelecimento dessas amostras (Tabela 9). A não ocorrência de mudanças significativas nos períodos de armazenamentos pode-se ocorrer devido ao produto ter uma baixa atividade de água e ser envasado em óleo que também ajuda manter essa atividade de água baixa e manter as características organolépticas do produto.

4.4 Análise Sensorial

Com o objetivo de se avaliar a estabilidade da vida útil dos tomates, seco e desidratado, a partir do Sweet Grape, foram realizados testes sensoriais com 30 provadores no período de 90 dias de armazenamento. Os resultados são expressos na Tabela 10.

Tabela 10 - Médias de atributos sensoriais de tomates desidratados e secos no secador solar

Tratamentos	cor	aroma	textura	Sabor	Impressão global
Tomate desidratado (Desidratador convencional)	5,80a	6,80a	5,66a	5,80a	6,30a
Tomate seco (Secador solar)	7,60b	7,67b	7,33b	7,40b	7,80b

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey

Houve diferença significativa entre os tratamentos, onde o tomate seco em secador solar obteve médias mais elevadas em todos os atributos. Os tomates desidratados em desidratador convencional obtiveram médias que ficaram entre não gostei e nem desgostei e os tomates secos em secador solar receberam notas que ficaram entre gostei moderadamente e gostei muito (Tabela 10).

A aceitação dos provadores foi maior nas amostras que tiveram maior umidade e uma coloração mais clara, que foram as amostras secadas em secador solar, o que também se deve a suculência do produto.

Entre as observações dos provadores, a mais citada foi o excesso de sal, e a textura mais dura do tomate desidratado convencionalmente que se deve à sua umidade mais baixa. Já o tomate seco em energia solar foi mais bem aceito pelos provadores devido à sua textura mais tenra e a conservação do sabor do tomate.

5 CONCLUSÕES

É possível chegar a uma temperatura ideal para secagem de tomates num secador solar, mas o tempo é maior que no desidratador convencional.

O desidratador e o secador solar apresentaram diferentes alterações no produto, porém no período de armazenamento proposto nesse trabalho, não houve alteração significativa nas avaliações físico-químicas do produto, comparando-se os tratamentos, desidratação e secagem solar.

A análise sensorial mostrou a preferência para o produto obtido do secador solar em relação ao desidratado.

Também o período de vida útil do produto obtido do secador solar foi preservado, tanto microbiologicamente, quanto às suas características físico-químicas e sensoriais.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, J.M.; GASPARINO FILHO, J. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Campinas: ITAL, 2002. 205p. (Manual técnico).

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate**: produção em campo. em casa-de-vegetação e hidroponia. Lavras:UFLA, 2004. 47 p.

AL-SHAIBANI ALLI, M.H.; GREIG, J.K. Effects of storage and cultivar on some quality attributes of tomatoes. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Mount, v. 104, n.6, p. 800-812, 1979.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, 2004. 400 p

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). **Approved methods of the American association of cereal chemists**, 8th ed.Saint Paul. 1983.2v.

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY . Tentative and oficial mrthods of analyses. Illinois:AOCS, 2003. 1v.

ARÉVALO-PINEDO, A.;MURR, F.E.X., Influência da pressão, temperatura e prétratamentos na secagem a vácuo de cenoura e abóbora, **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.636-643, out.-dez. 2005.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS -AOAC. Official Methods of Analysis, 18th : ed.Gaithersburg, 2005. chap.37; 42, p. 7. 10-11; 2-3.

AZEREDO, H.M.C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2004. 195 p.

BALDWIN, E.A.; BURNS, J.K.; KAZOKAS, W.; BRECHT, J.K.; HAGENMAIER, R.D.; BENDER, R.J.; PESIS, E. Effect of two edible coating with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v.17, n.3, p.215-226, 1999

BERGDOLL, M.S. *Staphylococcus Aureus*. IN: DOYLE, M.P. (Ed.). **Foodborne Bacterial Pathogens**. New York:Marcel Dekker, 1989 cap.11, p. 463-523.

BERTOLIN, chácara., disponível em:http://www.chacarabertolin.com.br/sweetgrape_consumo2.html, Acesso em: 20 maio 2010.

BEZERRA, A.M. **Aplicações práticas da energia solar**. São Paulo: Nobel, 1990. 134p.

BLEINHOTH, E.W. Matéria-prima. In: Instituto de tecnologia de Tecnologia de Alimentos. **Banana-Matéria-Prima, processamento e aspectos econômicos**. 2 ed. Campinas: ITAL, 1995. p.133-196.

BOBBIO, F.; BOBBIO, P. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. Campinas: Varela, 1995. 151 p.

BONFIM, A.L. **Produção de frutas passa**. Projeto Corimbatá, semana de química 19 a 20 de julho, ETF-MT, 2004 17p.

BUAINAIN, A.M. Agricultura Familiar, agroecológica e desenvolvimento sustentável: questões para debate, Brasília, IICA, 2006. 136p. v.5

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária/MS. RDC n. 272 de 22 de set 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária-RDC 12 e 25, 2001. Disponível em :www.anvisa.com.br. Acesso em: 14 jan.2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO. Manual de energia solar. Brasília, 1978.

BRASIL. Regulamento Técnico sobre Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/ Industrializadores de Alimentos. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/ Industrializadores de Alimentos. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 10 jun 2010.

.CAMARGO, G.A.; **Secagem de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para conserva: estudo de parâmetros com base na qualidade final**. Campinas, 2000. 72p Dissertação (Mestrado na área de Engenharia Agrícola) -Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas,2000.

CANÇADO JÚNIOR, F.L.; CAMARGO FILHO, W.P.; ESTANISLAU, M.L.L.; PAIVA, B.M.; MAZZEI, A.R.; ALVES, H.S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 219, p. 7-18, 2003

CARVALHO, S.M.L. **Determinação de isotermas de adsorção da farinha d'água obtida de mandioca (*Manihot esculenta*)**. Belém, 1994. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Pará,1994.

COULTATE, T.P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368p.

CHAVES, M.A Secagem e armazenagem de grãos e frutos. para In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA E ALIMENTOS, 11., 2001. Feira de Santana.**Papéis...** Feira de Santana, 2001. 1 CD-ROM.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 360 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras Editora UFLA, 2005. 785 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 256 p.

DIÁRIOWEB, disponível em:

http://www.diariodaregiao.com.br/noticias/corpo_noticia.asp?IdCategoria=177&IdNoticia=114487 acesso em: 21 jan 2010.

DIEZ NICLOS, J. Tipos varietables. In: NUEZ. F. (Coord). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi Prensa, 1995. p.93-129.

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA DE ALIMENTOS. Disponível em: <<http://www.ctaa.embrapa.br>>. Acesso em: 29 mai 2007.

FAVA, A.R. **FEA é a referência em melhoria de alimentos**. Disponível em http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril2004/ju249pag4a.html Jornal da Unicamp. Acesso: 14 Jan.2009.

HOLCMAN. E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. 2009. 127p. Dissertação de (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

EL-AQUAR, A.A.; MURR, F.E.X. Estudo e modelagem da cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*carica papaya* L.), **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v.23, n.1, p.69-75, jan.-abr. 2003.

ESALQ - Divisão de biblioteca e documentação.**Manual de desidratação solar de frutas ervas e hortaliças**, Piracicaba:ESALQ,2006. 48p.(Série Produtor Rural, 33)

ESTADO DE SÃO PAULO, **O Suplemento agrícola**, disponível em: <http://www.sakata.com.br/docs/sweetgrape>., Acesso em:12 maio 2010.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 652p.

FAOSTAT. Disponível em <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 22 jan.2010.

FELLOWS, P.J. Food processing technology - principles and practice. 2nd ed. London: Woodhead, 2000. 57p

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p.141-145 abr./jun. 2006.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO **Agrianual 2007**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2007. Disponível em: www.agrafnp.com.br. acesso em: 10 mar 2008.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Ed. UFV. 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa;UFV, 2003. 412p.

FRANCIS, F.J; Analysis of antocyanins .In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 181-207.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: IAL, 1985. , v.1 533p.

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 2002. 242p.

GIORDANO, L.B.; RIBEIRO, C.S.C. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia; EMBRAPA Hortaliças, 2000. 11p.

GLABERT, M.; FILHO, N.P.; FÁVARO, S.P.; MUSIS, C. R. de. Avaliação da qualidade sensorial de banana passa obtida em secador de frutas por convecção natural. **Revista Brasileira de Armazenagem**, Viçosa, v. 26, p.10-15, 2001.

GUSMÃO, S.A.L.de; PÁDUA, J.G.; GUSMÃO. M.T.A. de; BRAZ, L.T. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo "cereja" em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n.3, p. 572-573, 2000a.

HENRY, L.J. ;EYNON, L. **Determination of reducing sugar: solution with methylene blue indicator**. London: N. Rodger, 1934. 78p.

HEWITT, J.D.; DINAR, M; STEVENS, M.A.S.Strength of fruits of two tomato genotypes differing in total fruit solids content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Mount, v. 107, p. 876-900, 1982.

HOBSON, G.E.; GRIERSON, D. Tomato, In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 405-442.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2008/default.shtm>>. Acesso em: 10 jan 2010.

KADER, A.A., MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A., ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Universidade da Califórnia, v. 113, n. 5, p. 742- 745, 1978.

LABUZA, T.P. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. **Food Technology**, Chicago, v.36, n.4 abril, p.36-41, 1980.

LEITÃO, M.F. Microbiologia de alimentos. In: ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L.R., AZEVEDO, J.L.(Ed.). **Tratado de microbiologia**. São Paulo: Manole, 1988. v.1, p.3-81.

LOWER, R.I.; THOMPSON, A.E. Sampling variation of acidity and solids in tomatoes. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Beltsville, v. 89, n.3, p. 512-552, 1966.

MACHADO, M.A.R.; OLIVEIRA, G.R.M.; PORTAS, C.A.M. Tomato root distribution, yield and fruit quality under subsurface drip irrigation. **Plant and Soil**, New York, v. 255, p. 333-341, 2003.

MARTINS, M.A.G.N. Alguns aspectos da secagem de frutos através da energia solar, IN: COLÓQUIO A HORTIFRUTICULTURA ALGARVIA - QUE FUTURO? 1988. Algarve. **Livro de actas...**, Universidade do Algarve, 1988.p.234-246.

MATOS, E.H.S.F., **Dossiê técnico sobre processamento de frutas desidratadas**, Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas, UnB, Brasília, Disponível em: <<http://sbtr.ibict.br/upload/dossies/sbtr-dossie41>>, Acesso em: 23 mar. 2010.

MINOLTA, K. **Comunicação precisa da cor**: controle de qualidade da percepção à instrumentação. Osaka.1998. 59p.

MILAN, S.; DE ZEN, S.; MIRANDA, S.H.G. de; COSTA, E. J.; PINAZZA, L.A. (Ed.). **Sistema de qualidade nas cadeias agroindustriais**. São Paulo: Qualiagro, 2007. 208 p.

NAGAI, H. Avanços obtidos com o melhoramento genético do tomate no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 1., 1989, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 1989. p.88-101.

NACHTIGALL, A.M.; FONSECA, A.S.; MACHADO, M.R.G.; VENDRUSCOLO, C. T.; GULARTE, M.A. Desenvolvimento de tomate desidratado em conserva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SBCTA, 2000, v. 3, p. 11.88.

OKADA, M.; VITALI, A.A.; TEIXEIRA NETO, R.O.; CARVALHO, R.; JARDIM, D.C.P. Fundamentos sobre a secagem de sólidos. In: AGUIRRE, J.M.; GASPARINO FILHO, J. (Coord.) **Desidratação de frutas e hortaliças**. Campinas: ITAL, 2002. 205p. cap 1, p.1-14. (ITAL. Manual Técnico)

PANORAMABRASIL. Disponível em:
http://www.panoramabrasil.com.br/noticia_completa.asp?p=conteudo/txt/2005/02/23/21261672.htm. Acesso em: 12 jun. 2009

PEREIRA, E.M.D. **Secadores solar aquecimento de ar - agricultura de subsistência e agroindústrias**. Disponível em:
www.green.pucminas.br/modules.php?name=Content&pa=showPage&pid=7. Acesso em: 10 jun. 2009.

PINTO, C.M.F.; CASALI, V.W.D. Tomate - Tecnologia e Produção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.66, p. 8, jun., 1980.

PREZZOTO, L.L. Qualidade ampla: referência para a pequena agroindústria rural inserida numa proposta de desenvolvimento regional descentralizado. In: LIMA, D. M. de ALBUQUERQUE; WILKINSON, J. (Org.) **Inovações nas tradições da agricultura familiar**. Brasília: CNPq/Paralelo 15, 2002. p. 285-300.

PROJEO SOL E FRUTAS. Disponível em:
<http://www.solefrutas.esalq.usp.br/desidracao.htm>, Acesso: 10 jun. 2008.

RAUPP, D.S; GARDINO J.R; SCHEBESK, L.S, AMADEU. C.A, BORSATO, A.V. Processamento de tomate seco de diferentes cultivares, **Acta Amazônica**, Manaus, v.39, n.2, p 415-422, 2009.

REYES, F.G.R.; TOLEDO, M.C. de F. Maillard browning reaction of sucrose-glycine model systems-effect of citrate buffer on the color formation and the hydrolysis of sucrose. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.2, n.2, p.134-142, 1982c

RODRIGUES, M.G.V. **Produção e mercado de frutas desidratadas** Disponível em:
<http://www.todafruta.com.br/> Acesso em: 18 ago. 2009.

SANINO, A. **Conservação de tomate (*Lycopersicum esculentum*) "Débora" submetidos a diferentes condições de resfriamento e aquecimento**, 2004. 63p. Dissertação (Mestrado na área de Engenharia Agrícola) - Universidade de Campinas, Campinas, 2004.

SANTOS, V.M. da S.; FERREIRA, W.R; PINTO, R.L.U. de F. Simulação e otimização do processo de secagem de frutas em um secador do tipo túnel concorrente. **Revista Brasileira de Armazenagem**, Viçosa, v. 22, n.1, p. 23-32, 1997.

SAPERS, G.M.; PHILLIPS, J.G.; PANASIUK, O.; CARRÉ, J.; STONER, A.K.; BARKSDALE, T. Factos affecting the acidity of tomatoes. **Hort Science**, Mount Vernon, v.13, n.2, p 187-189, 1978.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt900-3.html> Acesso em: 16 jan 2010

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt212.html> Acesso em: 10 jun 2010

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt2220.html>.. Acesso em: 10 jul 2010.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia, EMBRAPA Hortaliças, 2000. 168p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS R.F.S.; GOMES, R.A.G. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Varela, 2007. 552p.

SOUZA, N.J. **Desenvolvimento econômico**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 316p

SPOTO, M.H.F. Conservação de frutas e hortaliças pelo calor. In: OETTERER, M; D'ARCE, M.A.B.R; SPOTO M.H.F. **Fundamentos de ciências e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. cap 11, p 530-559.

STRINGHETA, P.C. Desidratação de pimentas e pimentões. **Informe Agropecuário. Belo Horizonte**, v.10. n.13, p.79-83, 1984.

TEIXEIRA NETO, R.O; DENIZO, N.; QUAIST, D.G. Atividade de água em alguns alimentos de teor intermediário de umidade. II. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas v.7, n.2, p.191-207, 1976.

TRANI, P.E.; PASSOS, F.A; MELO, A.M.T.; RIBEIRO, I.J.A. Avaliação da produtividade e qualidade comercial de quatro Genótipos de tomate do tipo "cereja". In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP: PESQUISAS E TENDÊNCIAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2003. p. 82-83

TRAVAGLINI, D.A., GASPARINO FILHO J.; AGUIRRE, J.M. Equipamentos de secagem. In: AGUIRRE, J.M.; GASPARINO FILHO, J. (Coord.) **Desidratação de frutas e hortaliças**. Campinas: ITAL, 2002b. 205p. cap 2, p.1-29. (ITAL. Manual Técnico)

TROPICAIS-Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos, Campinas: ITAL, 1980. 296p. (ITAL. Série Frutas).

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS – UNICAMP Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO. 2ed. Campinas, 2006. Disponível em: www.unicamp.br/nepa/taco. Acesso em: 20 fev. 2010.

UNIVERSIDADE SE SÃO PAULO – USP. **Tabela brasileira de composição de alimentos da faculdade de ciências farmacêuticas**. Disponível em: www.fcf.usp.br/tabela. Acesso em: 15 jan. 2010.

UNIFEM, **Manual de tecnologia do ciclo alimentar**: processamento de frutas e legumes. São Paulo, Varela, 1989. 72p.

VENSKÉ, C. SANTOS, J., RAUPP, D. S., GARDINO, J. R., BORSATO, A. V.; Influência do grau de maturação nas características sensoriais de tomate seco envasado em óleo. **UEPG Ciências Exatas E Da Terra, Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 33-40, 2004.

VILLELE, O. de Le contexte climatic et culture de La serre. 1–La serre, agente de modification Du climat. In: **L’INRA et lês cultures sous serre**. Paris: INRA, 1993. p. 21-27.

VITTI M. C. D.; KLUGE, R. A.; GALLO, C. R.; SCHIVAVINATO, M. A.; MORETTI, C. L.; JACOMINO, A. P. Aspectos fisiológicos e microbiológicos de beterrabas minimamente processadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 10, p. 1027-1032, 2004.

WINSOR, G. W. Some factos affecting the quality and composition of tomatoes. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 4, n. 93, 335-341, 1979.